

# Videojocs educatius: creació d'una plataforma per a l'anàlisi de les estratègies utilitzades en un joc de tipus Tower Defense

Carles Cano Barba

**Resum**—Aquest projecte neix de la idea d'utilitzar els videojocs com a mitjà d'aprenentatge. D'aquesta manera aprofitem tots els beneficis que ens aporten els videojocs alhora que els alumnes aprenen. Tot això s'aconsegueix de manera dinàmica i divertida. El concepte principal que segueix aquest projecte és la gamificació, és a dir, la utilització de mecàniques de joc en entorns o aplicacions no lúdiques per tal de motivar la concentració, l'esforç i altres valors positius que poden aportar els videojocs. És una opció amb molt de potencial que ajudaria molt en l'àmbit de l'educació, tot aprofitant l'empenta que tenen avui en dia els videojocs, sobretot en els nois i noies de primària i secundària. Aquest document explica el desenvolupament d'aquest projecte.

**Paraules clau**— Videojocs, Tower Defense, Gamificació, Desenvolupar, Programació, Entorn de programació, Llenguatge de programació, Repositori, Fase, Versions.

**Abstract**—This project was born from the idea of using games as a mean of learning. Thus we can take all the profits that games give us while students learn. All this can be achieved in a dynamic and entertaining way. The main concept behind this project is gamification, we mean the utilization of game mechanics in environments or applications not ludic in order to motivate their concentration, effort and other positive values that video games can bring. This is an option with a great potential and it would help a lot in education, taking advantage of the impetus that games have nowadays, specially in boys and girls from primary and secondary school.

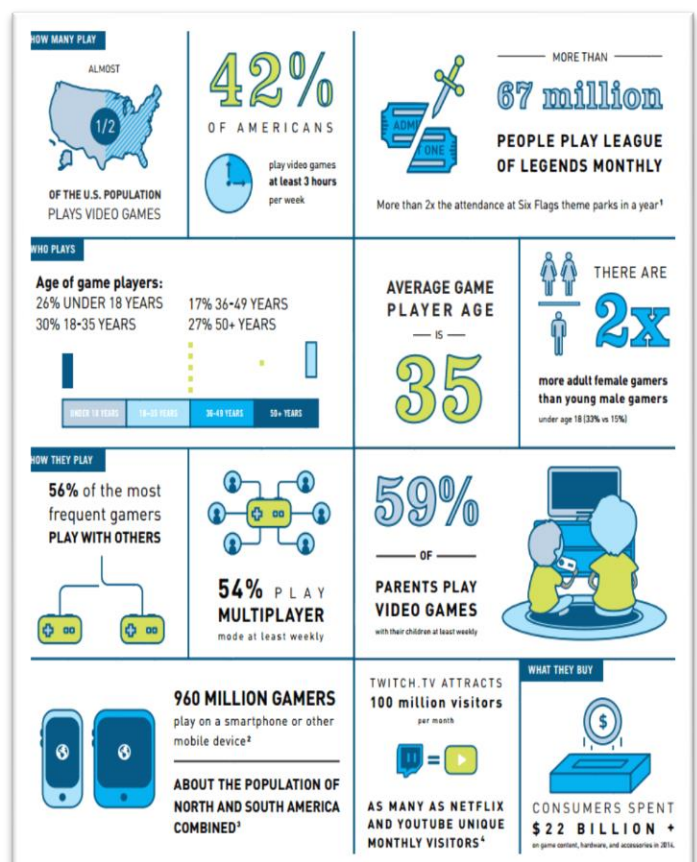
**Index Terms**—Video game, Tower Defense, Gamification, Develop, Programming, Environment of programming, Programming Language, Repository, Phase, Version.

## 1 INTRODUCCIÓ

En els últims temps les noves tecnologies s'han anat introduint a les aules de primària i secundària. De fet, recentment s'ha introduït el concepte de Tecnologies per a l'Aprenentatge i el Coneixement (TAC) dins del currículum del sistema educatiu com a fil conductor per assolir molts dels objectius de l'educació en si mateixa [1].

Malgrat tot, existeixen poques activitats pedagògiques que siguin alhora educatives i entretingudes per als alumnes.

Per altra banda, cal tenir en compte el perfil de les noves generacions. Les dades dels últims anys mostren que el sector dels videojocs està en augment (la figura 1 en mostra un exemple) i, segons la AEVI [2], el 70% dels pares pensaven regalar videojocs durant el Nadal. Per altra banda, el 62% dels menors d'edat són jugadors habituals.



Il·lustració 1 – Dades dels últims anys sobre els videojocs [3]

- E-mail de contacte: Carles.CanoB@e-campus.uab.cat
- Menció realitzada: Enginyeria del Software
- Treball tutoritzat per: Aura Hernández Sabaté (ciències de la computació)
- Curs 2015/16

A més, una de les principals qualitats dels videojocs és la seva capacitat de motivar i submergir els jugadors, ja que els videojocs inclouen una gran varietat d'estímul auditius, visuals, tàctils i intel·lectuals que els fan més agradables i, en certa manera, més addictius. La capacitat d'implantar i centrar al jugador totalment a la tasca que està realitzant ens permet obtenir un gran benefici utilitzant-los com a eina pedagògica [4].

Tenint en compte l'auge dels "e-sports" i de la indústria dels videojocs en general, s'haurien de poder utilitzar aquestes tecnologies com a via pedagògica a més de lúdica. Un estudi recent [5] fet amb un videojoc del subgènere de Tower Defense mostra la necessitat de dotar el videojoc amb noves característiques per convertir-lo en una eina real d'aprenentatge matemàtic i afavorir els processos per assolir aquest aprenentatge.

Exposat el problema, ara només cal dur a terme la gamificació de les aules i adaptar els videojocs per poder treure'n profit. És una manera d'ensenyar de manera divertida i simple aprofitant les noves tecnologies.[6][7][8][9]

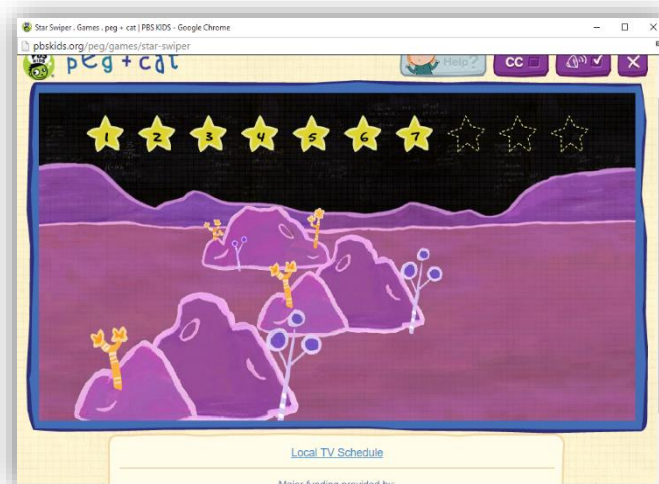
## 2 ESTAT DE L'ART

Actualment les eines amb les quals podem comptar per realitzar gamificació són o bé eines molt desfassades i que fa bastants anys que existeixen, o bé eines poc atractives pels alumnes i que realment no acaben d'ajudar a millorar els coneixements d'aquests.

La majoria d'aquestes eines d'aprenentatge acaben essent eines avorrides i amb exercicis repetitius. Encara que s'utilitzin eines, com actualment els llibres digitals, que contenen exercicis com poden ser relacionar diferents imatges o fer exercicis de matemàtiques a partir de minijocs, no acaben d'aconseguir l'objectiu d'ajudar en l'aprenentatge de l'alumne. Això és pel fet que l'entorn dels exercicis i els exercicis en si mateixos es centren en que l'alumne realitzi el mateix procés que realitzaria habitualment però presentat d'una manera una mica més atractiva. Aquest "maquillatge" dels exercicis, no deixa de ser això, una simple capa que pretén fer més atractives visualment les activitats proposades, però la seva utilització acaba avorint a la majoria d'alumnes.

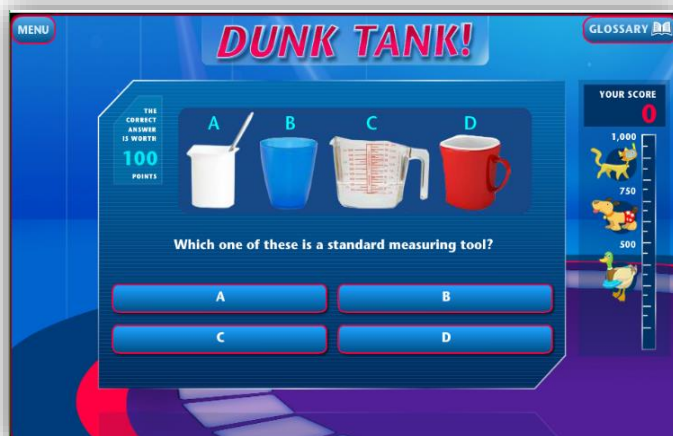
També existeixen altres aplicacions que es poden utilitzar a les aules per intentar millorar i complementar l'aprenentatge dels alumnes de manera més dinàmica. Així podem trobar per internet aplicacions com per exemple:

- 1) **Star Swiper:** Es tracta d'un joc que ajudarà als nens a aprendre a comptar i a més estimula la seva coordinació. Els alumnes han de picar de mans i comptar per evitar que un forat negre acabi amb tots els estels de Purple Planet. D'aquest tipus de jocs n'hi ha molts i la majoria estan encaratats a nens i nenes que just ara comencen a aprendre a comptar, fer sumes, restes, a aprendre vocabulari, etc. Aquests jocs són efectius fins a un cert punt, ja que el joc no canvia mai i aquesta falta de canvis fa que tinguin una vida útil molt curta. La il·lustració 2 mostra una captura de pantalla del joc.



Il·lustració 2 – Exercici de comptar estrelles del joc Star Swiper.

- 2) **Dunk Tank - Liquid Volume:** També centrat en les matemàtiques, però per a nens de major edat. Aquest joc permet que els alumnes explorin conceptes claus sobre el volum dels líquids, inclosos els mètodes de mesures de líquids i les formes de conversió entre les unes i les altres. Divertit i sobretot instructiu per facilitar l'aprenentatge de conceptes matemàtics que solen resultar difícils per als alumnes. La il·lustració 3 mostra una captura de pantalla del joc.



Il·lustració 3 – exercici de mesures del joc Dunk Tank: Liquid Volume.

Com podem comprovar, gairebé la majoria d'aquests jocs aporten uns coneixements específics, però no aporten cap valor afegit a aquest coneixement, és a dir, els jocs ensenyen una cosa en concret, però no ajuden a desenvolupar la ment i el pensament lògic de l'alumne [10]. Dit d'una altra manera, es centren en què l'alumne aprengui la matèria, però no a que ell mateix sigui qui raoni com s'arriba a aquest coneixement perquè en la majoria dels casos l'alumne ho fa de manera mecànica sense entendre el que fa i no aprèn realment el que ha fet.

### 3 OBJECTIUS

Veient que les eines que existeixen actualment no acaben de realitzar una funció realment útil, sorgeix la idea d'aquest projecte. Aquest projecte pretén aconseguir que, mitjançant un videojoc, els alumnes aprenguin per si mateixos a desenvolupar processos d'aprenentatge matemàtic, com per exemple la interpretació de gràfiques, el domini espacial, l'estimació de mesures, etc.

L'objectiu principal d'aquest treball és desenvolupar una plataforma que permeti, per una banda, jugar a un videojoc del subgènere Tower defense, i per l'altra, que aquestes dades siguin una eina útil d'aprenentatge per a l'alumne. Amb aquesta plataforma, els usuaris desenvoluparan processos d'aprenentatge matemàtic que els ajudaran, no només a resoldre les situacions plantejades en el joc sinó també a extrapolar aquests aprenentatges a altres situacions de la vida real.

Hem optat per un joc de tipus Tower Defense, perquè és un joc d'estratègia bastant simple. Concretament pel seu potencial per ajudar en l'aprenentatge, pel fet que aquests jocs requereixen la utilització de la ment, un raonament i l'aprenentatge a través dels errors per aconseguir la victòria. Així doncs, l'alumne aprendrà per si mateix a interpretar les gràfiques però alhora també desenvoluparà un raonament lògic de les situacions que podrà utilitzar, no només en matemàtiques, sinó en àmbits de la vida quotidiana. A més aquest gènere de videojocs actualment té un gran suport, pel fet que la majoria de nens i nenes d'11 a 16 anys que actualment tenen una *tablet* o *smartphone*, és difícil trobar-ne que no tinguin instal·lat cap joc d'aquest gènere. Potser el cas més clar és el joc "Clash of Clans": és un joc d'estratègia que té gairebé 22.000.000 d'usuaris, entre els quals la gran majoria acostumen a ser nens i nenes de la franja d'edat vista anteriorment. [11][12][13].

El videojoc de tipus tower defense compta amb un sistema de recursos i vides. Quan una torre mata a un enemic aquest dona recursos a l'usuari perquè pugui comprar més torres. En canvi, si l'enemic aconsegueix arribar al final del camí, l'usuari és atacat i perd una vida. Respecte a les característiques extres del videojoc per convertir-lo en una eina real d'aprenentatge, s'inclouen gràfiques que els usuaris podran interpretar per saber com està avançant la partida i extreure'n informació així com en el mateix joc es

pinta el radi d'abast de cada torreta col·locada. Això els permetrà aprendre a interpretar les dades i gràfiques que es mostren i podran veure l'impacte directe de les dades que tenen. Per exemple, podran observar quines torres fan més mal, quines posicions són millors, etc. Així podran triar una estratègia idònea que els permeti anar superant nivells.

Encara ens queda un problema per resoldre respecte als casos presentats anteriorment, el fet que el joc es faci repetitiu i acabi avorrint els usuaris. La solució a aquest problema també la trobem a la majoria de jocs actuals com també es troba en el joc "Clash of Clans". Aquesta solució passa per les actualitzacions del joc, tant del seu contingut, del seu aspecte o del joc en si mateix. A més que el joc en si ja té implementat canvis entre les rondes, diferents enemics per ronda o es pot canviar el mapa de joc. Aquesta és una manera simple d'anar renovant el projecte per poder allargar la seva vida útil.

### 4 METODOLOGIA

A continuació s'explicarà la metodologia aplicada durant el projecte i també quines eines s'han utilitzat per dur a terme aquesta metodologia. [14]

#### 4.1 Elicitació i requisits del sistema

En aquest projecte com a *stakeholder* principal del projecte he tingut a la meua tutora, d'aquesta manera a partir de les reunions realitzades al principi del projecte i amb les explicacions sobre que es volia aconseguir en el projecte he aconseguit extreure d'aquí els requeriments necessaris per el sistema (veure A.2).

A partir d'aquí es va realitzar una llista d'objectius sobre el projecte i es van extreure els requisits que necessitava el sistema i les seves restriccions. A més, aquestes reunions van permetre establir un ordre de prioritats sobre els objectius.

#### 4.2 Metodologia Scrum

Scrum és un procés en el qual s'apliquen de manera regular un conjunt de bones pràctiques per treballar en equip i obtenir el millor resultat possible d'un projecte. Aquestes pràctiques es recolzen les unes a les altres i la seva selecció té origen en un estudi sobre la metodologia de treball d'equips altament productius.

En Scrum es realitzen lliuraments parcials i regulars del producte final, prioritzades pel benefici que aporten al receptor del projecte. Per això, Scrum està especialment indicat per a projectes en entorns complexos, on es necessita obtenir resultats ràpidament, on els requisits són canviants o poc definits i on la innovació, la competitivitat, la flexibilitat i la productivitat són fonamentals.

En aquest cas s'ha adaptat aquesta metodologia de treball per aplicar-la al projecte, on s'ha utilitzat el procés d'iteracions de la metodologia Scrum per a realitzar les diferents fites del projecte.

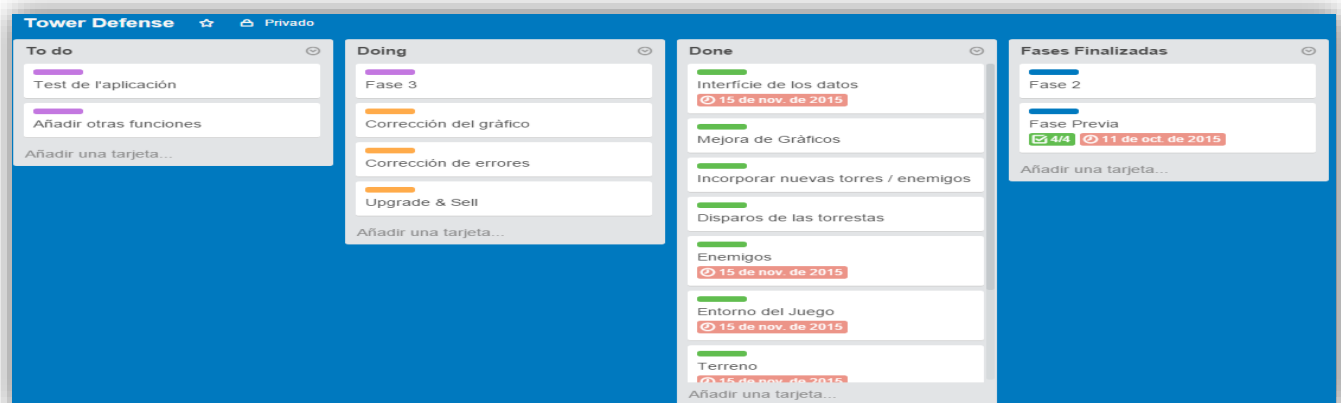
### 4.3 Eines

Per portar un seguiment i realitzar les iteracions s'ha utilitzat l'aplicació Trello.[15] Trello és una aplicació web (està en el núvol) per fer llistes dins de llistes. El que la fa única és la seva versatilitat: A cada element d'una llista se li pot agregar de tot: altres llistes, imatges, vídeos, documents, etc. A més, és extremadament potent per a ús col·laboratiu. Poden agregar-se un nombre infinit d'usuaris, assignar tasques, posar dates límit (té el seu propi calendari, que pots sincronitzar amb el de Google), etc.

Es basa en el mètode Kanban per a gestió de projectes, amb targetes que viatgen per diferents llistes en funció del seu estat: D'aquesta manera, solem tenir una llista de tasques per fer (to do, o pendants), que s'estan fent (doing, o en procés) i fetes (done, o acabades).

Durant la realització del projecte s'ha seguit una planificació i, amb l'ajuda de l'aplicació en línia Trello, s'han creat fites de les diferents fases del projecte per tal de tenir-ne clars els objectius. A més, l'agilitat que ens dona la metodologia Scrum ens permet fer canvis ràpidament si alguna cosa falla, com per exemple que no s'acabi una fita en les dates proposades.

Com podem veure a la Il·lustració 4 hem dividit les subfases en les tasques o fites que s'han de realitzar, per tal de tenir controlat el projecte i saber en cada moment què s'ha de fer.



Il·lustració 4 – Exemple del taulell de Trello amb les diferents fites que s'han anat realitzant.

### 4.4 Tecnologies utilitzades

Per a la realització del joc he utilitzat el programa Eclipse en la seva versió Mars 1.0, i el llenguatge de programació utilitzat ha estat el llenguatge Java. [16]

He escollit el programa Eclipse perquè ja havia treballat

amb ell més d'un cop, i dona moltes facilitats a l'hora de treballar amb Java. A més de la gran quantitat d'eines i plugins amb els quals tens menys feina quan es programa.

Pel que fa al Java, he escollit aquest llenguatge per 3 raons, la primera raó és perquè és el llenguatge que més domino i amb el que estic més còmode a l'hora de treballar. La segona raó seria la facilitat del llenguatge i el potencial que té, a part de la gran comunitat de gent que l'utilitza i et permet trobar ràpidament solucions als teus problemes.

L'última raó seria la facilitat que hi ha de passar un codi en Java a Android, ja que això permetria un cop finalitzat el projecte i pensant de cara al futur poder desenvolupar una aplicació per utilitzar a tablets.

### 4.5 Planificació Temporal

Per a la realització del projecte aquest es va dividir en 4 fases, aquestes fases són (Veure A.1 [17][18]):

- **Fase Prèvia:** Durant aquesta fase es van valorar les diferents opcions per realitzar el projecte i es va escollir una.
- **Fase 1, Creació del joc:** En aquesta fase es va implementar el que seria el joc en si, també es va crear una base per l'interfície de l'usuari.
- **Fase 2, Programació de la sortida de dades:** a la fase dos es va crear la part que aporta informació al jugador com pot ser la gràfica o les dades de les torres.
- **Fase 3, Revisió i test del Joc:** En l'última fase es van realitzar proves del joc així com també es van corregir els errors que van anar apareixent.

## 5 DISSENY DE L'APLICACIÓ

En aquest apartat s'introduirà com està estructurat el codi de l'aplicació i quin ha estat el procés de disseny del joc.



## 5.1 Estructura del codi

El codi del projecte es pot dividir en diferents parts, per tal de diferenciar el que correspondria a diferents funcions dins del joc. Aquestes parts són :

- Codi de les Torres: En aquesta part podem trobar els arxius *Tower.java* i *TowerYellow.java*, que contenen totes les funcions corresponents a les torres així com els seus constructors i la seva implementació.
- Codi dels Enemics: Aquesta part és la que conté més classes dintre del joc, ja que controla el moviment dels enemics. Aquí s'ha implementat la IA dels enemics i com s'han de moure pel mapa. Correspon als arxius *Enemy.java*, *EnemyAI.java*, *EnemyAIMove.java*, *EnemyMove.java*, *EnemyRoute.java*, *EnemySlime.java* i *Wave.java*.
- Codi del terreny: En aquesta part es llegeix la matriu del terreny, es defineix i s'implementa. Consta de les classes *SpawnPoint.java*, *Base.java*, *FinalPoint.java*, *Level.java* i *LevelFile.java*.
- Codis d'altres utilitats: Aquí s'inclou la part d'implementació del jugador, la gràfica, les configuracions de la finestra de joc i la captura d'accions al joc. En formen part *User.java*, *Player.java*, *Frame.java*, *KeyHandler.java*, *MouseHandler.java* i *Grafica.java*.
- Codi Main: La classe *Screen.java* seria el main del codi, on s'implementa la interacció entre les funcions de les diferents classes i el joc en si.

## 5.2 Disseny del Joc

Per al disseny del joc s'ha pres com a exemple el joc "Vector Tower Defense 2", ja que és un joc del tipus *tower defense* i és genèric, és a dir, no està destinat a cap perfil de persones en concret.[19]

S'ha reproduït un entorn semblant al que es mostra en aquest joc, afegint els objectius que s'havien marcat com a part del disseny. En un principi era un disseny molt bàsic, on només es contemplava el joc i, a mesura que han passat els mesos, aquest disseny ha anat canviant fins a aconseguir el resultat final.

En el resultat es pot veure que no només s'han millorat els gràfics del joc sinó que s'ha afegit una interfície destinada a donar informació sobre el joc al jugador com també un apartat amb una gràfica tal com es demanava en els requisits.

Pel que fa als enemics i les torres són idees extretes d'internet, modificades especialment per al projecte, que aporten

una millora visual al projecte i el fan més atractiu pels alumnes.

## 6 RESULTATS

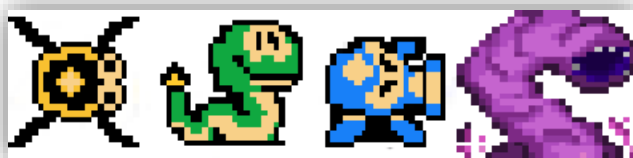
El projecte ha intentat complir els objectius marcats al principi d'aquest. Com a resultat s'ha implementat un joc Tower Defense senzill i simple, que a més treu en una gràfica les dades sobre el joc.

Com a resultat del joc obtenim un joc simple amb un terreny de joc, fàcilment configurable a través d'una matriu. Com podem veure a l'il·lustració 5 cada posició al terreny de joc correspon a una posició dintre d'una matriu per tant resulta fàcil crear nous nivells de joc i personalitzar-los.

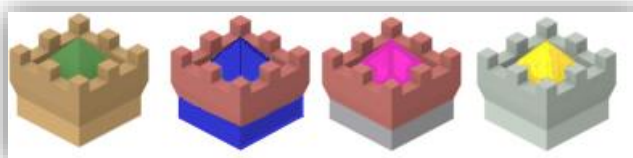
També està compost de diferents tipus de torres i enemics mostrats a les il·lustracions 6 i 7, cadascun d'ells amb unes característiques diferents, per així dotar al joc d'un component més estratègic. Per tal que els alumnes puguin veure fàcilment l'abast de les torres, s'ha pintat el radi d'abast d'aquestes quan es col·loquen sobre el terreny.



Il·lustració 5 – Terreny de joc, on es veuen les diferents caselles.

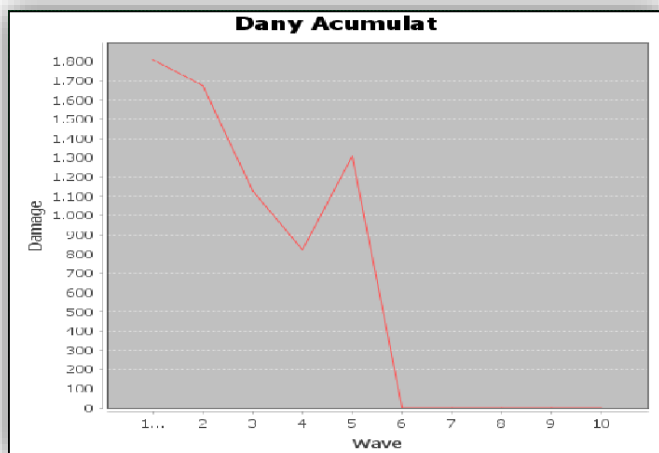


Il·lustració 6 – Imatge dels diferents tipus d'enemics.



Il·lustració 7 – Imatge dels diferents tipus de torres.

Pel que respecta a la informació gràfica extreta del procés de joc, una gràfica indica el mal que han realitzat les torres durant la partida. Així es pot veure el mal que la torre situada a aquesta posició ha fet i així poder comparar amb altres torres. A la il·lustració 8 podem veure un exemple de gràfica, on a l'eix de les X tindriem el temps de joc o les rondes, depenent de la gràfica que escollim i a l'eix de les Y tindriem el dany realitzat per la torre.

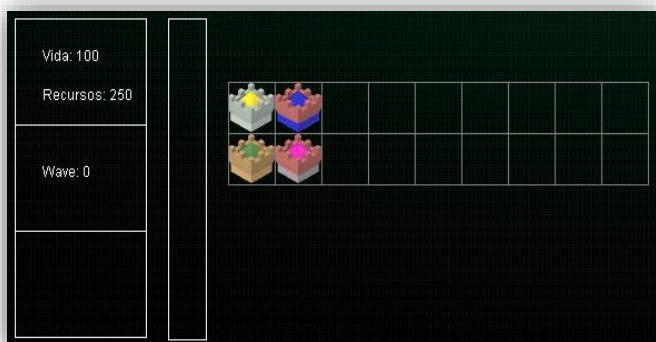


Il·lustració 8 – Imatge d'una gràfica extreta del joc.

A més del descrit anteriorment, el joc també compta amb una petita interfície per a l'usuari. Selecciónant una de les torres (il·lustració 9), es mostren les dades de la torre, com són el dany que realitza, la velocitat d'atac, el cost i el rang. També permet upgradejar la torre per augmentar les seves característiques que té com a base. Una part de la d'interfície mostra la vida del jugador (il·lustració 10), els recursos que pot gastar, la wave d'enemics per la que va i les torres que pot comprar.



Il·lustració 9 - Característiques de la torre seleccionada.



Il·lustració 10 - Interfície amb les dades de l'usuari i les torres per comprar.

## 7 POSSIBLES MILLORES

Ara que el projecte té una base sòlida sobre la que treballar, resultaria més fàcil implementar noves funcions o millorar les que ja hi ha dintre del joc.

Com a noves funcions es podrien incloure més torres i més enemics així com permetre canviar de nivell i que canviés el terreny de joc, ja que ara el que varia són les rondes i estaria bé que a l'acabar les rondes es canviés de nivell amb un nou mapa. També es podrien posar diferents enemics finals. A més de torres el jugador també podria disposar de diferents Power-ups que l'ajudessin a passar les pistes més complicades del joc.

Però no totes les millores tenen per què basar-se en el joc, de cara a l'ajuda que rebria el jugador per part de les gràfiques es podrien realitzar més tipus diferents de gràfiques. Una altra idea seria donar ajudes extres als jugadors perquè vegin quines estratègies li aporten avantatge en el joc, com per exemple:

- Ressaltar d'alguna manera la torre que ha fet més mal en cada ronda.
- Poder veure resultats de la partida anterior en la mateixa gràfica.
- Comparar diferents gràfiques de diferents torres per veure millor quines fan més mal.

Per últim, es podria transformar el joc en una aplicació per a android, ja que pel fet d'estar creat en java no seria tan complicat dur a terme aquest pas. Això donaria la possibilitat de jugar a tablets i seria molt més còmode per realitzar activitats a classe.

## 8 PRESSUPOST APROXIMAT

En aquest apartat s'han resumit els costos que comportaria realitzar aquest projecte, el seu desenvolupament i la seva implementació.

A la primera taula trobem els costos de cada una de les fases del projecte i el seu cost total. A la segona taula veiem les despeses que suposaria el projecte [20][21].

### Cost de les diferents despeses :

Procés	Quantita	Cost €	Total €
Estudi de Viabilitat (Fase Previa)	1	150	150
Programes d'edició d'imatges	1	200	200
Manteniment durant 1 any	1	3000	3000
Despeses de Gestió	1	1500	1500
Despeses Variables	1	500	500
Despeses Llum	1	350	350
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>5700</b>	<b>5700</b>

**Cost de les hores de treball:**

Procés	Hores	Preu unitari €/h	Cost €	Total €
Fase Previa del Projecte	25	10	250	250
Fase 1.1 : Creació de l'entorn gràfic	40	10	400	400
Fase 1.2 : Programació del Joc	40	10	400	400
Fase 1.3 : L'interfície de les dades	20	10	200	300
Fase 2 : Programació de la sortida de dades	100	10	1000	1000
Fase 3 : Revisió, Correcció i Test del Joc	75	10	750	750
<b>Total</b>	<b>300</b>	<b>10</b>	<b>3000</b>	<b>3100</b>

**Pressupost Total : 8800 euros.**

## 9 CONCLUSIONS

Durant aquest projecte s'han realitzat diverses fites per tal de poder complir els objectius establerts al principi del projecte. Un cop realitzats aquests, he pogut veure que és molt més difícil realitzar un projecte d'un mida considerable però els resultats obtinguts són bons si s'hi dedica temps i esforç.

El plantejament inicial va ser erroni perquè no s'havia tingut en compte la gran quantitat de feina que suposava programar el joc en si. Això va portar a un endarreriment de la feina, però malgrat això s'ha pogut corregir i seguir encara que es va haver de modificar la planificació.

Les fites creades van ser escollides correctament per entendre les necessitats de l'objectiu del projecte, així també he après durant el projecte que hi ha problemes que preveus des d'un principi i d'altres que apareixen de manera inesperada. L'objectiu principal del projecte suposa un canvi dintre del sistema d'ensenyament i des del meu punt de vista crec que aquest projecte és una millora respecte a les solucions actuals. També cal afegir que no és una solució definitiva al problema, però si és un gran avenç respecte al problema presentat.

A més crec que és el camí que s'ha de seguir en l'educació. La utilització dels jocs és una gran ajuda en l'aprenentatge i que de segur que acabarà donant millors resultats que els mètodes actuals.

## 10 AGRAÏMENTS

Primer de tot m'agradaria agrair d'una manera més destacada l'ajuda de l'Aura durant tot el projecte, per la seva disposició a quedar gairebé cada setmana, el constant contacte per mail i totes les facilitats que m'ha donat per a la realització del treball. A més de repetir-me incansablement les explicacions que no acabava d'entendre i buscar la manera de què ho entengués, com també per ajudar-me a solucionar els diferents problemes que m'han anat sorgint durant la realització d'aquest projecte.

En segon lloc m'agradaria agrair tant a la Maria com al Cristian per ajudar-me durant el projecte, sobretot en la part de redacció de l'article i els entregables, així com per aportar idees per millorar els meus documents. Però sobretot per gastar el seu temps en llegir-se els documents i en dir-me en què fallava.

Per últim m'agradaria agrair a la meua família i els meus companys, en especial a la meua família pel suport mostrat la seva disposició per entendre la gran quantitat de temps que he dedicat en el treball i que no he dedicat en ells.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Aura Hernández-Sabaté, Meritxell Joanpere, Núria Gorgorió, Lluís Albarracín, "Mathematics learning opportunities when playing a Tower Defense Game", International Journal of Serious Games, vol. 2(4), pp.57-71, ISSN: 2384-8766, 2015
- [2] Associació Espanyola de videojocs [Online] Font : [AEVI](#) Consulta: 06/10/15
- [3] Associació del software d'entreteniment [Online] Font: [Entertainment software association](#) Consulta: 06/10/15
- [4] "Videojuegos en el aula, manual para docentes"[Online] Dr. Patrick Felicia, Publicat e juny del 2009. Font: [Games in schools](#) Consulta: 09/02/2016
- [5] "Documents per a l'organització i la gestió dels centres" [Online] Font : [Generalitat de Catalunya](#) Consulta: 08/10/2016
- [6] Gamificació i aprenentatge : Un nou paradigma? [Online] Font: [SobrePantallas.net](#) Consulta: 07/10/15
- [7] Què és la gamificació? [Online] Font: [VIA EMPRESA](#) Consulta: 07/10/15
- [8] Gamificación [Online] Font: [Gamificación](#) Consulta: 07/10/15
- [9] Es pot gamificar l'educació? [Online] Font: [El diari de l'educació](#) Consulta: 07/10/15
- [10] El pensament lògic matemàtic i el joc. [Online] Font: [IV Jornades de Didàctica de la Matemàtica](#) Consulta: 06/10/2016
- [11] "Estadísticas y ganancias de clash of clans"[Online] Eduardo José Pérez, Publicat el 10 de febrer de 2014. Font: [Niubie](#) Consulta: 09/02/2016
- [12] "Average time spent playing games on mobile devices has increased 57 percent since 2012" [Online] Font: [Npd Group](#) Consulta: 09/02/2016

- [13] “Menores de edad y conectividad móvil en España: Tablets y smartphones” [Online] Guillermo Cánovas, Publicat el gener de 2014. Font: [Protegeles.com](http://Protegeles.com) Consulta: 09/02/2016
- [14] “Qué es SCRUM” [Online] Font: [proyectosagiles.org](http://proyectosagiles.org). Consulta: 10/11/15
- [15] Trello [Online] Font: [Trello](http://Trello). Consulta: 15/12/15
- [16] Java [Online] Font: [Oracle](http://Oracle) Consulta: 06/10/15
- [17] Desarrollo de Videojuegos [Online]  
Font: [Wikipedia](http://Wikipedia) Consulta: 08/10/15
- [18] Fases de desarrollo de un videojuego [Online]  
Font: [CristaLab](http://CristaLab) Consulta: 08/10/15
- [19] Programación de Juegos [Online]  
Font: [Edu4Java](http://Edu4Java) Consulta: 09/10/15
- [20] Redactar un presupuesto de Software [Online]  
Font: [Nubelo](http://Nubelo) Consulta: 09/10/15
- [21] Presupuesto Proyecto de Software [Online]  
Font: [UPC.Edu](http://UPC.Edu) Consulta: 09/10/15





### A.2.3 Restriccions

- El temps disponible per realitzar el projecte és de 300 h.
- El llenguatge de programació serà java.
- Els recursos per desenvolupar el projecte són limitats.

### A.3 Captures del Joc

